

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



ifw

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazumasa KODAMA, et al.

GAU: 3661

SERIAL NO: 10/626,639

EXAMINER:

FILED: July 25, 2003

FOR: STEERING CONTROL SYSTEM FOR VEHICLE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-217733	July 26, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 2 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 1 7 7 3 3
Application Number:

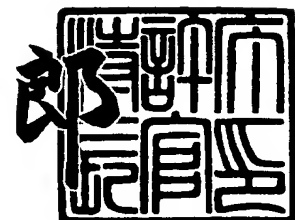
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 1 7 7 3 3]

出 願 人 豊田工機株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 AX0206556T

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

 【氏名】 小玉 和正

【特許出願人】

 【識別番号】 000003470

 【氏名又は名称】 豊田工機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095751

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 菅原 正倫

 【電話番号】 052-212-1301

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003388

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0206138

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用操舵制御システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 操舵用のハンドル軸の操作角と車両の運転状態とに応じて前記車輪操舵軸に与えるべき操舵角を決定し、当該操舵角が得られるように前記車輪操舵軸をアクチュエータにより回転駆動するようにした車両用操舵制御システムにおいて、

前記車輪操舵軸の角度位置（以下、操舵軸角度位置という）を求めるために、前記回転体の回転角度位相を識別可能とした角度センサを有し、

前記角度センサの角度識別パターン出力に基づいて該角度センサの回転方向を識別し、かつ前記角度識別パターン出力を所定の周期にてサンプリングするとともに、第一のサンプリングと、その第一のサンプリングの次に行なわれる第二のサンプリングとにおいて、検出される前記角度識別パターンの前記配列順序における順位を識別し、前記第一のサンプリングに係る順位から前記第二のサンプリングに係る順位までの、前記回転方向を考慮したパターン変化数を求め、さらに、

前記回転方向が正である場合には、カウント値を前記パターン変化数に対応した数だけ加算し、変化方向が負である場合にはカウント値を前記パターン変化数に対応した数だけ減算するとともに、そのカウント値により前記操舵軸角度位置を示す操舵軸角度位置カウンタを設けたことを特徴とする車両用操舵制御システム。

【請求項 2】 前記第一のサンプリングと前記第二のサンプリングとの間の前記パターン変化数の絶対値が基準数（以下、パターン変化基準数という）を超えた場合に、該パターン変化数を操舵軸角度位置カウンタのカウント値に加算又は減算する処理を禁止するカウント禁止処理を行なうカウンタ制御手段を有する請求項 1 記載の車両用操舵制御システム。

【請求項 3】 前記角度センサの前記回転体の角速度を算出する角速度検出手段を有し、

前記カウンタ制御手段は、算出される前記角速度に応じて前記カウント禁止処

理を行なうための条件設定を変化させる請求項 2 記載の車両用操舵制御システム。

【請求項 4】 前記カウンタ制御手段は、前記角速度が大きくなるほど、前記カウント禁止処理を行なうための前記パターン変化基準数を大きく設定する請求項 3 記載の車両用操舵制御システム。

【請求項 5】 前記角速度の範囲に対し、第一角速度範囲と、該第一角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第二角速度範囲とが設定され、該第一角速度範囲に対しては前記パターン変化基準数が、予め定められた第一の値に設定され、前記第二角速度範囲においては、該第一の値より大きくなるように予め定められた第二の値に設定される請求項 4 記載の車両用操舵制御システム。

【請求項 6】 前記カウンタ制御手段は、前記角速度が予め定められた基準角速度を超えた場合に、前記パターン変化数によらず前記カウント禁止処理を行なわない請求項請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の車両用操舵制御システム。

【請求項 7】 前記角速度の範囲に対し、第一角速度範囲と、該第一角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第二角速度範囲と、該第二角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第三角速度範囲が設定され、前記第一角速度範囲に対しては前記パターン変化基準数が、予め定められた第一の値に設定され、前記第二角速度範囲においては、該第一の値より大きくなるように予め定められた第二の値に設定され、前記第三角速度範囲においては、前記パターン変化数によらず前記カウント禁止処理を行なわない請求項 6 記載の車両用操舵制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車等の車両の操舵制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

車両の操舵装置、特に自動車用の操舵装置において、近年、その更なる高機能化の一端として、操舵ハンドルの操作角（ハンドル操作角）と車輪操舵角とを 1

: 1 比率に固定せず、ハンドル操作角の車輪操舵角への変換比（舵角変換比）を車両の運転状態に応じて可変とした、いわゆる可変舵角変換比機構を搭載したものが開発されている。車両の運転状態としては、例えば、車両速度（車速）を例示でき、高速運転時には舵角変換比を小さくすることにより、ハンドル操作角の増加に対して操舵角が急激に大きくならないようにすれば、高速走行の安定化を図ることができる。他方、低速走行時には、逆に舵角変換比を大きくすることで、一杯まで切るのに必要なハンドルの回転数を減少させることができ、車庫入れや縦列駐車あるいは幅寄せなど、操舵角の大きい運転操作を非常に簡便に行なうことができる。

【0003】

舵角変換比を可変化する機構としては、例えば特開平 11-334604 号公報に開示されているように、ハンドル軸と車輪操舵軸とを、ギア比が可変な歯車式伝達部にて直結したタイプのものがあるが、この構成は、歯車式伝達部のギア比変更機構が複雑になる欠点がある。そこで、ハンドル軸と車輪操舵軸とを分離し、モータ等のアクチュエータにより車輪操舵軸を回転駆動するタイプのものが、例えば特開平 11-334628 号公報等に提案されている。具体的には、角度検出部が検出するハンドル操作角と車両運転状態とに応じて定まる舵角変換比とに基づいて、コンピュータ処理により最終的に必要な車輪操舵角を演算し、その演算された車輪操舵角が得られるように、ハンドル軸から機械的に切り離された車輪操舵軸をアクチュエータ（モータ）により回転駆動する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の操舵制御方式では、車輪操舵軸の舵角制御の精度や円滑性を確保するために、車輪操舵軸の角度位置（操舵軸角度位置）のモニタを正確に行なう必要がある。この角度位置の検出には、ロータリエンコーダ等の角度センサが用いられるが、例えばインクリメント型のエンコーダを用いる場合、絶対角度位置を知るためには、そのパルス出力をカウンタにより計数する必要がある。このカウンタ計測は、エンコーダパルスを一定時間間隔でサンプリングしながら行なわれ、基本的には 1 つのパルスを受ける毎にカウンタを 1 つ加算ないし減算する。しかし

、急ハンドル時や衝撃発生時にはモータの回転が突発的に急加速し、1回のサンプリング期間中にエンコーダが2パルス分以上回転することがある。しかし、カウンタ側では、これを1サンプリングに対応した1回のパルスとして計数するため、角度検出精度が低下しやすく、これが原因となって舵角制御の精度や円滑性が損なわれる場合がある。

【0 0 0 5】

本発明は、操舵軸角度位置の検出精度を向上させることにより、舵角制御をより高精度かつ円滑に行なうことができる車両用操舵制御システムを提供することにある。

【0 0 0 6】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】

本発明は、操舵用のハンドル軸の操作角と車両の運転状態とに応じて車輪操舵軸に与えるべき操舵角を決定し、当該操舵角が得られるように車輪操舵軸をアクチュエータにより回転駆動するようにした車両用操舵制御システムにおいて、上記の課題を解決するために、

車輪操舵軸の角度位置（操舵軸角度位置）を求めるために、回転体の回転角度位相を識別可能とした角度センサを有し、

角度センサの角度識別パターン出力に基づいて該角度センサの回転方向を識別し、かつ角度識別パターン出力を所定の周期にてサンプリングするとともに、第一のサンプリングと、その第一のサンプリングの次に行なわれる第二のサンプリングとにおいて、検出される角度識別パターンの配列順序における順位を識別し、第一のサンプリングに係る順位から第二のサンプリングに係る順位までの、回転方向を考慮したパターン変化数を求め、さらに、

前記回転方向が正である場合には、カウント値をパターン変化数に対応した数だけ加算し、変化方向が負である場合にはカウント値をパターン変化数に対応した数だけ減算するとともに、そのカウント値により操舵軸角度位置を示す操舵軸角度位置カウンタを設けたことを特徴とする。

【0 0 0 7】

本発明においては、操舵軸角度位置の検出を、例えば角度識別パターンの種別

に基づき回転角度位相を識別可能とした角度センサを用いて行なう（例えば、互いに識別可能な角度識別パターンが回転周方向に所定の配列順序で等角度間隔に形成された回転体を有するもの）。この角度センサを、本発明においては、回転体の角度位相を角度識別パターンの種別により直読できるように構成し、角度識別パターンの変化を操舵軸角度位置カウンタにてカウントし、そのカウント値を操舵軸角度位置として用いる。これは、一種のインクリメント型角度センサの使用方法であるといえるが、角度位相の直読が可能となる利点を併用することにより、通常のインクリメント型角度センサでは不可能な次のような角度検出を行なうことができる。すなわち、相前後する2つの角度識別パターンのサンプリングを行なったとき、角度センサにおけるパターン形成順位において、何パターン進んだか（あるいは戻ったか）を識別すれば、サンプリングインターバルの間に角度センサに生じた回転進角を、パターン変化数により特定できる。そこで、本発明においては、第一のサンプリングに係る順位から第二のサンプリングに係る順位までの、回転方向を考慮したパターン変化数及び変化方向を求め、変化方向が正である場合には、カウント値をパターン変化数に対応した数だけ加算し、変化方向が正である場合にはカウント値をパターン変化数に対応した数だけ減算する。これにより、急ハンドル時や衝撃発生時にはモータの回転が突発的に急加速して、1回のサンプリング期間中に角度センサが2パターン分以上回転しても、パターン変化数に応じた適切なカウンタの加算ないし減算を行なうことができるので、角度位置確定精度を高めることができ、ひいては舵角制御の精度や円滑性を向上させることができる。

【0008】

なお、運転中に操舵系が衝撃を受けたりすると、駆動用のモータが瞬間的に大きな角度回転し元の位置に戻ってくるなど、ハンドル操作とは無関係な車輪操舵軸の回転乱れが生ずる場合がある。このような乱れは、操舵軸角度位置を確定する際にできるだけ排除したほうが、舵角制御の精度や円滑性を向上させる上でより望ましい。この場合、上記本発明においては、第一のサンプリングと第二のサンプリングとの間のパターン変化数の絶対値が基準数（パターン変化基準数）を超えた場合に、該パターン変化数を操舵軸角度位置カウンタのカウント値に加算

又は減算する処理を禁止するカウント禁止処理を行なうカウンタ制御手段を設けることができる。このようなカウンタ制御手段の機能により、モータに突発的に大きな進角が生じたとき、これを異常として排除でき、ひいては操舵軸角度位置確定精度を高めることができる。

【0009】

なお、急ハンドルを切った場合は、モータの回転速度が大きくなっても別に異常ではなく、サンプリングインターバルにおいても、モータの回転に相応の進角が見込まれる。このような場合にも上記カウント禁止処理を一律に行なうと、輪操舵軸の角度位置確定精度が却って損なわれることもありえる。そこで、角度センサの回転体の角速度を算出する角速度検出手段を設け、カウンタ制御手段は、算出される角速度に応じてカウント禁止処理を行なうための条件設定を変化させるものとして構成することができる。これにより、カウント禁止処理がモータ回転数と無関係に一律になされる心配がなくなり、ひいてはモータ回転数に応じて常に妥当な操舵軸角度位置確定処理（カウンタの加算ないし減算処理）を行なうことができる。具体的には、角速度が大きくなるほど、カウント禁止処理を行なうためのパターン変化基準数を大きく設定することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。

図1は、本発明が適用される車両用操舵制御システムの、全体構成の一例を模式的に示したものである（なお、本実施形態において「車両」は自動車とするが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではない）。該車両用操舵制御システム1は、操舵用ハンドル2に直結されたハンドル軸3と、車輪操舵軸8とが機械的に分離された構成を有する。車輪操舵軸8はアクチュエータとしてのモータ6により回転駆動される。車輪操舵軸8の先端はステアリングギアボックス9内に延び、該車輪操舵軸8とともに回転するピニオン10がラックバー11を軸線方向に往復動させることにより、車輪13、13の転舵角が変化する。なお、本実施形態の車両用操舵制御システム1においては、ラックバー11の往復動が、周知の油圧式、電動式あるいは電動油圧式のパワーアシスト機構12により駆動

補助されるパワーステアリングが採用されている。

【0011】

ハンドル軸 3 の角度位置 ϕ は、ロータリエンコーダ等の周知の角度検出部からなるハンドル軸角度検出部 101 により検出される。他方、車輪操舵軸 8 の角度位置 θ は、同じくロータリエンコーダ等の角度検出部からなる操舵軸角度検出部 103 により検出される。また、本実施形態においては、自動車の運転状態を検出する運転状態検出部として、車速 V を検出する車速検出部（車速センサ）102 が設けられている。車速検出部 102 は、例えば車輪 13 の回転を検出する回転検出部（例えばロータリエンコーダやタコジェネレータ）で構成される。そして、操舵制御部 100 が、検出されたハンドル軸 3 の角度位置 ϕ と車速 V とに基づいて、車輪操舵軸 8 の目標角度位置 θ' を決定し、該車輪操舵軸 8 の角度位置 θ が目標角度位置 θ' に近づくように、モータドライバ 18 を介してモータ 6 の動作を制御する。

【0012】

なお、ハンドル軸 3 と車輪操舵軸 8 との間には、両者を一体回転可能にロック結合したロック状態と、該ロック結合を解除したアンロック状態との間で切り替え可能なロック機構 19 が設けられている。ロック状態では、ハンドル軸 3 の回転角が変換されることなく（つまり、舵角変換比が 1 : 1）車輪操舵軸 8 に伝達され、マニュアルステアリングが可能となる。該ロック機構 19 のロック状態への切り替えは、異常発生時などにおいて操舵制御部 100 からの指令によりなされる。

【0013】

図 2 は、モータ 6 による車輪操舵軸 8 の駆動部ユニットの構成例を、自動車への取付状態にて示すものである。該駆動部ユニット 14 において、ハンドル 2（図 1）の操作によりハンドル軸 3 を回転させると、モータケース 33 がその内側に組み付けられたモータ 6 とともに一体的に回転するようになっている。本実施形態においては、ハンドル軸 3 は、ユニバーサルジョイント 319 を介して入力軸 20 に連結され、該入力軸 20 がボルト 21、21 を介して第一カップリング部材 22 に結合されている。この第一カップリング部材 22 にはピン 31 が一体

化されている。他方、ピン 31 は、第二カップリング部材 32 の一方の板面中央から後方に延びるスリーブ 32a 内に係合してはめ込まれている。他方、筒状のモータケース 33 は、第二カップリング部材 32 の他方の板面側に一体化されている。なお、符号 44 はゴムあるいは樹脂にて構成されたカバーであり、ハンドル軸 3 と一体的に回転する。また、符号 46 は、コックピットパネル 48 に一体化された駆動部ユニット 14 を収容するためのケースであり、符号 45 は、カバー 44 とケース 46 との間をシールするシールリングである。

【0014】

モータケース 33 の内側には、コイル 35、35 を含むモータ 6 のステータ部分 23 が一体的に組み付けられている。該ステータ部分 23 の内側には、モータ出力軸 36 がベアリング 41 を介して回転可能に組み付けられている。また、モータ出力軸 36 の外周面には永久磁石からなる電機子 34 が一体化されており、この電機子 34 を挟む形でコイル 35、35 が配置されている。なお、コイル 35、35 からは、モータケース 33 の後端面に連なるように給電端子 50 が取り出され、該給電端子 50 において給電ケーブル 42 によりコイル 35、35 に給電がなされる。

【0015】

後述の通り、本実施形態においてモータ 6 はブラシレスモータであり、給電ケーブル 42 は、該ブラシレスモータの各相のコイル 35、35 に個別に給電する素線を集合させた帯状の集合ケーブルとして構成されている。そして、モータケース 33 の後端側に隣接する形でハブ 43a を有するケーブルケース 43 が設けられ、その中に給電ケーブル 42 が、ハブ 43a に対してゼンマイ状に巻かれた形で収容されている。給電ケーブル 42 の、給電端子 50 に接続されているのと反対の端部は、ケーブルケース 43 のハブ 43a に固定されている。そして、ハンドル軸 3 がモータケース 33 については給電端子 50 とともに正方向又は逆方向に回転すると、ケーブルケース 43 内の給電ケーブル 42 は、ハブ 43a への巻き付き又は繰り出しを生じさせることにより、上記モータケース 33 の回転を吸収する役割を果たす。

【0016】

モータ出力軸 36 の回転は、減速機構 7 を介して所定比率（例えば $1/50$ ）に減速された上で車輪操舵軸 8 に伝達される。本実施形態において減速機構 7 は、ハーモニックドライブ減速機にて構成してある。すなわち、モータ出力軸 36 には、楕円型のインナーレース付ベアリング 37 が一体化され、その外側に変形可能な薄肉の外歯車 38 がはめ込まれている。そして、この外歯車 38 の外側に、カップリング 40 を介して車輪操舵軸 8 が一体化された内歯車 39、139 が噛み合っている。内歯車 39、139 は、同軸的に配置された内歯車（以下、第一内歯車ともいう）39 と内歯車（以下、第二内歯車ともいう）139 とからなり、第一内歯車 39 がモータケース 33 に固定されて該モータケース 33 と一体回転する一方、第二内歯車 139 はモータケース 33 に非固定とされ、該モータケース 33 に対して相対回転可能とされている。第一内歯車 39 はこれと噛み合う外歯車 38 との歯数差がゼロであり、外歯車 38 との間での相対回転を生じない（つまり、回転するモータ出力軸 36 に対して、第一内歯車 39 についてはモータケース 33 及びハンドル軸 3 が、遊転可能に結合されているともいえる）。他方、第二内歯車 139 は外歯車 38 よりも歯数が大きく（例えば 2）、内歯車 139 の歯数を N 、外歯車 38 と内歯車 139 との歯数差を n とすると、モータ出力軸 36 の回転を n/N に減速した形で車輪操舵軸 8 に伝達する。また、内歯車 39、139 は、本実施形態においては、コンパクト化を図るために、ハンドル軸 3 の入力軸 20、モータ出力軸 36 及び車輪操舵軸 8 が同軸的に配置されている。

【0017】

次に、ロック機構 19 は、ハンドル軸 3 に対して相対回転不能なロックベース部（本実施形態においてはモータケース 33）側に固定されたロック部材 51 と、ロック受けベース部（本実施形態においては、モータ出力軸 36 側）に設けられたロック受け部材 52 とを有する。図 3 に示すように、ロック部材 51 は、ロック受け部材 52 に形成されたロック受け部 53 に係合するロック位置と、該ロック受け部 53 から退避したアンロック位置との間で進退可能に設けられている。本実施形態においては、車輪操舵軸 8 と一体的に回転するロック受け部材 52 の周方向にロック受け部 53 が所定の間隔で複数形成され、ロック部材 51 の先

端に設けられたロック部 51a が、車輪操舵軸 8 の回転角位相に応じて、それら複数のロック受け部 53 の任意の 1 つのものに選択的に係合するようになっている。ハンドル軸 3 はモータケース 33 に対し（本実施形態では、カップリング 22 及びピンにより）相対回転不能に結合されている。ロック部材 51 とロック受け部材 52 とが非係合（非ロック状態）の場合は、モータ出力軸 36 はモータケース 33 に対して回転し、その回転が外歯車 38 を経て第一内歯車 39 及び第二内歯車 139 にそれぞれ伝達される。モータケース 33 に固定された第一内歯車 39 は、前述の通り外歯車 38 に対して相対回転しないので、結果的にハンドル軸 3 と同速で回転する（つまり、ハンドル操作に追従して回転する）。また、第二内歯車 139 は、モータ出力軸 36 の回転を車輪操舵軸 8 に減速して伝達し、車輪操舵軸 8 の回転駆動を担う。他方、ロック部材 51 とロック受け部材 52 とが係合してロック状態になると、モータ出力軸 36 はモータケース 33 に対して相対回転不能となる。そして、減速機構 7 の内歯車 39、139 のうち、第一内歯車 39 がモータケース 33 に固定されているから、第一内歯車 39、外歯車 38 及び第二内歯車 139 の順でハンドル軸 3 の回転が車輪操舵軸 8 に直接伝達されることとなる。

【0018】

なお、本実施形態においては、ロック受け部材 52 は、モータ出力軸 36 の一端の外周面に取り付けられ、各ロック受け部 53 は、該ロック受け部材 52 の外周面から半径方向に切れ込む凹状に形成されている。また、図 2 に示すように、ロック部材 51 は、モータケース 33 に設けられた回転ベース 300 に対し、車輪操舵軸 8 とほぼ平行な軸線周りに回転可能に取り付けられ、その後端部 55a が結合されている。また、ソレノイド 55 の付勢が解除されたときに、ロック部材 51 を元の位置に弾性復帰させる弾性部材 54 が設けられている。ソレノイド 55 の付勢及び付勢解除の動作により、ソレノイド 55a の先端に設けられた凸部 55a とロック部材 51 の一端部 51b に形成された溝部を介してロック部材 51 の先端に形成されたロック部 51a が、前記したロック／アンロックのためにロック受け部材 52 に対し接近／離間する。なお、ソレノイド 55 の付勢時がロック状態となるかアンロック状態となるかは選択可能であるが、本実施形態で

は、ソレノイド55の付勢時にアンロックとなるように定めてある。これによると、電源遮断時等においてソレノイド55が付勢解除されたとき、弾性部材54の作用によりロック状態となり、マニュアル操舵が可能となる。

【0019】

図4は、操舵制御部100の電氣的構成の一例を示すブロック図である。操舵制御部100の要部をなすのは2つのマイコン110及び120である。主マイコン110は、主CPU111、制御プログラムを格納したROM112、CPU111のワークエリアとなる主CPU側RAM113及び入出力インターフェース114を有する。また、副マイコン120は、副CPU121、制御プログラムを格納したROM122、副CPU121のワークエリアとなる副CPU側RAM123及び入出力インターフェース124を有する。車輪操舵軸8を駆動するモータ6（アクチュエータ）の動作制御を直接行なうのは主マイコン110であり、副マイコン120は、必要なパラメータ演算等、モータ6の動作制御に必要なデータ処理を主マイコン110と並行して行なうとともに、そのデータ処理結果を主マイコン110との間で通信することにより、主マイコン110の動作が正常であるかどうかを監視・確認し、必要に応じて情報の補完を行なう補助制御部としての機能を果たす。本実施形態において主マイコン110と副マイコン120とのデータ通信は、入出力インターフェース114、124間の通信によりなされる。なお、両マイコン110及び120は、自動車の運転終了後（すなわち、イグニッションOFF後）においても、図示しない安定化電源からの電源電圧Vcc（例えば+5V）の供給を受け、RAM113、123あるいはEEPROM（後述）115の記憶内容が保持されるようになっている。

【0020】

ハンドル軸角度検出部101、車速検出部102及び操舵軸角度検出部103の各出力は、主マイコン110及び副マイコン120の入出力インターフェース114、124にそれぞれ分配入力される。本実施形態では、いずれの検出部もロータリエンコーダで構成され、そのエンコーダからの計数信号が図示しないシュミットトリガ部を経て入出力インターフェース114、124のデジタルデータポートに直接入力されている。また、主マイコン110の入出力インターフェ

ース 114 には、前述のロック機構 19 の駆動部をなすソレノイド 55 が、ソレノイドドライバ 56 を介して接続されている。

【0021】

モータ 6 はブラシレスモータ、本実施形態では 3 相ブラシレスモータにて構成されている。図 2 に示すコイル 35、35 は、図 5 に示すように、 120° 間隔で配置された 3 相のコイル U、V、W からなり、これらのコイル U、V、W と、電機子 34 との相対的な角度関係が、モータ内に設けられた角度センサをなすホール IC により検出される。そして、これらホール IC の出力を受けて、図 1 のモータドライバ 18 は、図 5 に示すように、コイル U、V、W の通電を、 $W \rightarrow U$ (1)、 $U \rightarrow V$ (3)、 $V \rightarrow W$ (5) のごとく循環的に順次切り替える（正方向回転の場合：逆方向回転の場合は、上記の逆順のスイッチングとなる）。図 8 (b) に、正方向回転の場合の、各相のコイルの通電シーケンスを示している（「H」が通電、「L」が非通電を表す：逆方向回転の場合は、図の左右を反転したシーケンスとなる）。図中の括弧書きの数字は、図 5 の対応する番号における電機子 34 の角度位置を表している。

【0022】

図 4 に戻り、モータ 6 の回転制御は、上記コイル U、V、W の各相の通電切り替えシーケンスに、駆動制御部 100（本実施形態では、主マイコン 110）からの PWM 信号によるデューティ比制御シーケンスが重畳された形で行なわれる。図 7 は、モータドライバ 18 の回路例を示すもので、コイル U、V、W の各端子 u, u', v, v', w, w' に対応した FET（半導体スイッチング素子）75～80 が、周知の H 型ブリッジ回路を構成するように配線されている（符号 87～92 は、コイル U、V、W のスイッチングに伴う誘導電流のバイパス経路を形成するフライホイールダイオードである）。AND ゲート 81～86 によりモータ側のホール IC（角度センサ）からのスイッチング信号と駆動制御部 100 からの PWM 信号との論理積信号を作り、これを用いて FET 75～80 をスイッチング駆動すれば、通電に関与する相のコイルを選択的に PWM 通電することができる。なお、PWM 通電の方式によっては、H 型ブリッジ回路の上段（75、77、79）あるいは下段（76、78、80）の FET にのみ PWM 信

号を入力すればよく、この場合は、ANDゲート 8 1 ~ 8 6 のうち対応するものを省略して、ホール IC からのスイッチング信号を直接入力するように構成することができる。

【 0 0 2 3 】

なお、駆動制御部 1 0 0 側において F E T 7 5 ~ 8 0 に PWM 信号を順次与えるためのタイミングは、ホール IC（角度センサ）からの信号を駆動制御部 1 0 0 に分配することにより認識させてもよいが、本実施形態では、別途、角度センサとしてのロータリエンコーダを用いてこれを検出している。このロータリエンコーダはモータ出力軸 3 6 の回転角度を検出するものであり、その角度検出値は減速後の車輪操舵軸 8 の角度位置と一義的な対応関係を有する。そこで、本実施形態では、このロータリエンコーダを操舵軸角度検出部 1 0 3 として利用する。

【 0 0 2 4 】

図 8（a）は、上記のロータリエンコーダを模式的に示すもので、ブラシレスモータの通電シーケンスを制御するために、時系列的な出現順序が定められたコイル通電パターンを各々特定するためのビットパターン（角度識別パターン）が、円板の周方向に一定の角度間隔で形成されたものである。本実施形態においてビットパターンは、図面中ハッチング領域で示すスリットであり、回転体をなす円板の周方向に区間を定めて形成されたスリット群が、円板の半径方向に複数組（本実施形態では 3 組）形成されている。検出部としては、各スリット群に対応した図示しない透過型光センサ（例えばフォトカプラなど）が用いられ、半径方向の各スリット群の形成位置において、スリットが検出されるか否かの組合せにより、円板の回転角度位相を示すビットパターンを出力する。

【 0 0 2 5 】

本実施形態においては、3 相ブラシレスモータを使用しているので、図 8（b）に示すコイル U，V，W の通電シーケンスが得られるように、その（1）～（6）（図 5 参照）の通電パターンに対応した 6 種類のビットパターンが、円板の周方向に 6 0 ° 間隔で形成されている。従って、モータ 6 の電機子 3 4 が回転すると、これと同期回転する上記ロータリエンコーダからは、現在通電されるべきコイルを特定するビットパターンが刻々出力される。そこで、駆動制御部 1 0 0

は、このエンコーダのビットパターンを読み取ることにより、PWM信号を送るべきコイルの端子（すなわち、図7のFET75～80）を自発的に決定することができる。

【0026】

モータ出力軸36の回転は減速されて車輪操舵軸8に伝達されるから、車輪操舵軸8が1回転する間に、ロータリエンコーダが設けられるモータ出力軸36は複数回回転する。従って、モータ出力軸36の絶対角度位置のみを示すエンコーダのビットパターンからは、車輪操舵軸8の絶対角度位置を知ることはできない。従って、図4に示すように、RAM113（123）内に、ビットパターン変化の検出回数を計数するカウンタ（操舵軸角度位置カウンタ）を形成し、操舵軸角度位置（ θ ）をそのカウント数から求めるようにしてある。従って操舵軸角度検出部103は、機能的にはインクリメント型ロータリエンコーダに相当するものとみなすことができる。なお、モータ出力軸36（モータ6の電機子）の絶対角度位置についてはビットパターンの種別により読み取ることができるから、そのビットパターンの変化順序をモニタすれば、モータ出力軸36ひいては車輪操舵軸8の回転方向（すなわち、ハンドルを切る向きである）を知ることができる。従って、車輪操舵軸8の回転方向が正であれば上記のカウンタを加算し、逆であればカウンタを減算する。

【0027】

モータドライバ18には、モータ6の電源となる車載バッテリー57が接続されている。モータドライバ18が受電するバッテリー57の電圧（電源電圧） V_s は、自動車の各所に分散した負荷の状態や、オルターネータの発電状態により随時変化する（例えば9～14V）。本実施形態においては、このような変動するバッテリー電圧 V_s を、安定化電源回路を介さず、モータ電源電圧として直接使用する。操舵制御部100は、このように相当幅にて変動する電源電圧 V_s の使用を前提として、モータ6の制御を行なうので、電源電圧 V_s の測定部が設けられている。本実施形態では、モータ6への通電経路（ドライバ13の直前）から電圧測定用の分岐経路が引き出され、そこに設けられた分圧抵抗60, 60を経て電圧測定信号を取り出している。該電圧測定信号はコンデンサ61により平

滑化された後、電圧フォロワ 62 を経て入出力インターフェース 114, 124 の A/D 変換機能付入力ポート（以下、A/D ポートという）に入力される。

【0028】

また、過電流発生の有無など、モータ 6 の通電状態を監視するために、モータ 6 への通電経路上に電流検出部が設けられている。具体的には、経路上に設けられたシャント抵抗（電流検出抵抗）58 の両端電圧差を電流センサ 70 により測定し、入出力インターフェース 114, 124 の A/D ポートに入力するようにしている。電流センサ 70 は、例えば図 6 に示すように、シャント抵抗 58 の両端電圧を、電圧フォロワ 71, 72 を介して取り出し、オペアンプ 73 と周辺の抵抗器 74 とからなる差動増幅器 75 により増幅して出力するものである。差動増幅器 75 の出力は、シャント抵抗 58 を流れる電流値に比例したものとなるので、これを電流測定値 I_s として用いることができる。なお、シャント抵抗以外にも、ホール素子や電流検出コイルなど、電磁的な原理に基づいて電流検出するプローブを用いてもよい。

【0029】

図 4 に戻り、両マイコン 110, 120 の RAM 113, 123 には、それぞれ以下のようなメモリエリアが形成されている。

- (1) 車速測定値メモリ：車速センサ 102 からの現在の車速の測定値を記憶する。
- (2) ハンドル軸角度位置 (ϕ) カウンタメモリ：ハンドル軸角度位置検出部 101 をなすロータリエンコーダからの計数信号をカウントし、ハンドル軸角度位置 ϕ を示すそのカウント値を記憶する。なお、ロータリエンコーダは回転方向の識別が可能なものを使用し、正方向回転の場合はカウンタを加算し、逆方向回転の場合は減算する。
- (3) 舵角変換比 (α) 算出値メモリ：車速測定値に基づいて算出された舵角変換比 α を記憶する。
- (4) 目標操舵軸角度位置 (θ') 算出値メモリ：現在のハンドル軸角度位置 ϕ と舵角変換比 α との値から、例えば $\phi \times \alpha$ により算出された操舵軸角度位置の目標値、すなわち目標操舵軸角度位置 θ' の値を記憶する。

- (5)操舵軸角度位置 (θ) カウンタメモリ：操舵軸角度検出部103をなすロータリエンコーダからの計数信号をカウントし、操舵軸角度位置 θ を示すそのカウント値を記憶する。
- (6)前回検出ビットパターン：前回の操舵軸角度位置を与えるビットパターンを記憶する。
- (7)今回検出ビットパターン：前回の操舵軸角度位置を与えるビットパターンを記憶する。
- (8) $\Delta\theta$ 算出値メモリ：目標操舵軸角度位置 θ' と現在の操舵軸角度位置 θ との隔たり $\Delta\theta$ ($=\theta' - \theta$) の算出値を記憶する。
- (9)電源電圧 (V_s) 測定値メモリ：モータ6の電源電圧 V_s の測定値を記憶する。
- (10)デューティ比 (η) 決定値メモリ：モータ6をPWM通電するための、 $\Delta\theta$ と電源電圧 V_s とに基づいて決定されたデューティ比 η を記憶する。
- (11)電流 (I_s) 測定値：電流センサ70による電流 I_s の測定値を記憶する。
- (12)モータ角速度測定値：モータの角速度の測定値を記憶する。

【0030】

また、主マイコン110の入出力インターフェース114には、運転終了時（つまり、イグニッションOFF時）における車輪操舵軸8の角度位置、すなわち終了角度位置を記憶するためのEEPROM115が第二の記憶部として設けられている。該EEPROM115（PROM）は、主CPU111が主CPU側RAM112に対するデータ読出し／書込みを行なう第一の動作電圧（+5V）においては、主CPU111によるデータの読出しのみが可能であり、他方、第一の動作電圧（+5V）とは異なる第二の動作電圧（本実施形態では、第一の動作電圧より高い電圧が採用される：例えば+7V）を設定することにより主CPU111によるデータの書込みが可能となるものであり、主CPU111が暴走しても内容が誤って書き換えられることがない。第二の動作電圧は、EEPROM115と入出力インターフェース114との間に介在する図示しない昇圧回路によって生成される。

【0031】

以下、車両用操舵制御システム 1 の動作について説明する。

図 12 には、主マイコン 110 による制御プログラムの主ルーチンの処理の流れを示すものである。S1 は初期化処理であり、前回イグニッションスイッチを OFF にしたときの終了処理にて EEPROM 115 に書き込まれている車輪操舵軸 8 の終了角度位置（後述）を読み出し、該終了角度位置を、処理開始に際しての車輪操舵軸 8 の初期角度位置として設定することを要旨とする。具体的には、終了角度位置を示すカウンタ値を、前述の操舵軸角度位置（ θ ）カウンタメモリにセットする。なお、後述する EEPROM 115 へのデータ書込み完了フラグは、この時点でクリアしておく。

【0032】

初期化処理が終了すれば、S2 に進んで操舵制御処理となる。該操舵制御処理は、パラメータサンプリングの間隔を均一化するために、一定の周期（例えば数百 μ s）にて繰り返し実行される。その詳細を、図 13 により説明する。S201 においては、現在の車速 V の測定値をリードし、次いで S202 ではハンドル軸角度位置 ϕ をリードする。そして、S203 においては、車速 V の算出値から、ハンドル軸角度位置 ϕ を目標操舵軸角度位置 θ' に変換するための舵角変換比 α を決定する。舵角変換比 α は、車速 V に応じて異なる値が設定される。具体的には、図 10 に示すように、車速 V が一定以上に大きい状態では、舵角変換比 α は小さく設定され、車速 V が一定以下に小さい低速走行時には舵角変換比 α は大きく設定される。本実施形態では、図 9 に示すような、種々の車速 V に対応した舵角変換比 α の設定値を与えるテーブル 130 を ROM 112（122）に格納しておき、このテーブル 130 を参照して現在の車速 V に対応する舵角変換比 α を補間法により算出する。なお、本実施形態においては、車両の運転状態を示す情報として車速 V を用いているが、これ以外にも、車両が受ける横圧や路面の傾斜角等を車両の運転状態を示す情報としてセンサにより検出し、その検出値に応じて舵角変換比 α を特有の値に設定することが可能である。また、車速 V に応じて舵角変換比 α の基本値を決定し、上記のような車速以外の情報に基づいて、その基本値を随時補正して使用することも可能である。

【0033】

S204では、検出されたハンドル軸角度位置 ϕ に、決定された舵角変換比 α を乗じて目標操舵軸角度位置 θ' を算出する。そして、S205において、現在の操舵軸角度位置 θ を読み取る。この操舵軸角度位置 θ は、具体的には以下のように行っている。まず、操舵軸角度位置 θ は、図8のロータリエンコーダからのビットパターンの変化を計数信号として、操舵軸角度位置カウンタにより計数し、その計数値によって与えられる。ビットパターンが変化したかどうかは、前回周期にて検出したビットパターンをメモリ記憶ないしハードウェア的にラッチしておき、次に入るビットパターンと照合したとき、両者が一致したかどうかにより検出できる。前述の通り、各ビットパターンはエンコーダの円板の回転位相を個別に表すものであるから、円板の回転方向によりビットパターンの変化シーケンスも変わる。例えば、ビットパターンがその前後のビットパターンのいずれに変化したかを見て回転方向を識別し、カウンタ値を加算するか減算するかを決める。

【0034】

そして、ビットパターンが変化していた場合、本実施形態では図14に示す流れにより、操舵軸角度位置カウンタの更新処理（角度決定処理）がなされる。まず、S301では、エンコーダからのビットパターンのサンプリングを行なう（第二のサンプリング）。他方、現在の処理の1つ前のサイクルにて行なわれたビットパターンのサンプリング結果もRAM113（123）に記憶されており（第一のサンプリング）、S302では、今回サンプリングされたビットパターンと前回サンプリングされたビットパターンとを比較する（両サンプリングのビットパターンは、図4に示すように、RAM113（123）内の所定のメモリエリアに格納される）。具体的には、図8（b）に示すビットパターンの順位（パターン順位（エンコーダ角度位置）；番号1～6）において、各サンプリングに係るパターン順位を求め、両者の差を演算する。S303では、S302で求めた差により、前回サンプリングされたビットパターンから今回サンプリングされたビットパターンに至るまでに、ビットパターンがいくつ変化したか、すなわちパターン変化数を求める。

【0035】

図14のS304では、パターン変化数に応じて、カウンタ更新処理内容を選択する。選択した処理がカウンタ禁止処理でなかった場合、具体的には、サンプリングインターバルにおけるパターン変化数の絶対値が、あるパターン変化基準数を超えない場合は、S305に進み、パターン変化数に応じてカウンタの加算ないし減算を行なう。他方、パターン変化数の絶対値が、基準数を超えた場合には、該パターン変化数を操舵軸角度位置カウンタのカウンタ値に加算又は減算する処理を禁止するカウンタ禁止処理を行なう（すなわち、主CPU111（あるいは副CPU112）は、カウンタ制御手段の機能をプログラム処理により実現している）。ここでいうパターン変化数は、回転方向を考慮したパターン変化数（以下、実効パターン変化数という：実際に行なうカウンタ更新数に対応し、符号が正のときはカウンタを加算し、正のときはカウンタを減算する）であり、以下に説明するような原理にて算出されている。

【0036】

すなわち、前回サンプリング時のパターン順位を $Q1$ とし、今回サンプリング時のパターン順位を $Q2$ とし、さらに、総順位数を NT 、パターン変化数を $\delta N \equiv Q2 - Q1$ 、実効パターン変化数を Y として、

(A) $|\delta N| < N/2$ のとき

δN の符号が正であれば $Y = |\delta N|$ とし、負のときは $Y = -|\delta N|$ とする。 δN の符号が回転方向そのものを示すことになる。

(B) $|\delta N| > N/2$ のとき

δN の符号が示す方向を回転方向とみなすと、エンコーダ（角度センサ：あるいはモータ）は1サンプリング間に $1/2$ 回転以上したことになるが、これは異常な高速回転を意味するので、むしろ、 δN の符号が示す方向と逆向きに回転したのだ、と考えるのが自然である（つまり、 δN の符号の逆が回転方向を示す）。従って、(A)とは逆に、 δN の符号が正であれば $Y = -(N - |\delta N|)$ とし、負のときは $Y = N - |\delta N|$ とする。

【0037】

このように、2つのサンプリングによるパターン順位間差分を δN としたとき、 $|\delta N|$ と $N/2$ との大小関係と δN の符号とに基づいて、回転方向を識別す

ることができる。なお、 $N/2$ が整数になりえる場合は、 $|\delta N| = N/2$ のとき、いずれの方向に回転したのかが特定できない。この場合、この δN はカウンタの更新に用いない、という方法と、直近の過去のサンプリングにて回転方向が決定可能だった場合に、その回転方向を援用する方法との2通りがありえる。表1にカウンタ更新処理内容の設定例を示す。

【0038】

【表 1】

δN	Y
0	0
+1 (or -5)	+1
+2 (or -4)	+2
+3 (or -3)	異常判定
+4 (or -2)	-2
+5 (or -1)	-1

【0 0 3 9】

本実施形態では、3相のモータを使用しており、エンコーダは、相切り替えに必要なモータ6の6つの角度位置（図5）を検出する角度センサも兼ねている。従って、総順位数 N は6であり、各パターン順位間差分 δN の値に対応する実効パターン変化数 Y の値を、前記（A）及び（B）に記載した原理により定めてある。なお、当然のことながら、 δN がゼロであればモータが回転していないから、カウンタの更新は行なわない。そして、実効パターン変化数 Y （回転方向を考慮したパターン変化数）の基準数（絶対値）を2として、この基準数までは、実効パターン変化数 Y だけカウンタを加算（符号が負であれば減算）する更新処理を行なう。他方、 $\delta N = 3$ に対応する Y の値は3であるが、これは基準数（2）を超えるので、異常判定として、カウンタの更新を行なわない。なお、 $\delta N = 3$ となる場合は、前述の $N/2$ が整数となる場合に相当し、ここでは Y をカウンタ更新に使用しない方式が選択されたことになる。

【0040】

なお、上記の態様では、モータ角速度 ω （回転速度）によらず、実効パターン変化数 Y が基準数を越えたときはカウント禁止処理を一律に行なうようにしていた。しかし、以下のように、モータ角速度 ω に応じて基準数の設定を変える処理を行なうこともできる。具体的には、操舵軸角度位置カウンタが示す角度位置の時間変化から算出され、図4に示すように、RAM113（123）内の所定のメモリに記憶される。本実施形態では、このモータ角速度 ω 大きくなるほど、カウント禁止処理を行なうためのパターン変化基準数を大きく設定するようにする。例えば、表2及び表3に示す例では、以下のような処理を行なう。

【0041】

【表 2】

$\omega < \omega_S$

δN	Y
0	0
+1(or-5)	+1
+2(or-4)	異常判定
+3(or-3)	異常判定
+4(or-2)	異常判定
+5(or-1)	-1

【0 0 4 2】

【表 3】

$\omega > \omega_S$	δN	Y
	0	0
	+1(or-5)	+1
	+2(or-4)	+2
	+3(or-3)	異常判定
	+4(or-2)	-2
	+5(or-1)	-1

【0 0 4 3】

すなわち、モータ角速度 ω の範囲に対し、第一角速度範囲（境界値 ω_s として、 $\omega < \omega_s$ ； ω_s は例えば 5 rad/s ）と、該第一角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第二角速度範囲（ $\omega > \omega_s$ ：なお、 ω_s はどちらかの範囲に含まればよい）とが設定され、パターン変化基準数（絶対値）が、該第一角速度範囲に対しては予め定められた第一の値（表 1：ここでは「1」である）に設定され、第二角速度範囲においては、該第一の値より大きくなるように予め定められた第二の値（表 2：ここでは「2」である）に設定される。つまり、モータの回転に相応の進角が見込まれる第二角速度範囲では、より絶対値の大きな実効パターン変化数までカウンタ更新処理への使用が許容されている。

【0044】

また、モータ角速度 ω がより大きい領域では、測定されるモータ角速度 ω が予め定められた基準角速度を超えた場合に、実効パターン変化数（回転方向を考慮したパターン変化数）によらずカウント禁止処理を行なわないように処理することもできる。例えば、急ハンドル時など、相当のモータ角速度 ω が見込まれる場合に限って、算出される実効パターン変化数をそのままカウンタの更新に用いることにより、操舵軸角度位置の確定精度をより高めることができる。表 4～表 7 にその設定例を示す。

【0045】

【表 4】

$\omega < \omega_{S1}$	δN	Y
	0	0
	+1(or-5)	+1
	+2(or-4)	異常判定
	+3(or-3)	異常判定
	+4(or-2)	異常判定
	+5(or-1)	-1

【0 0 4 6】

【表 5】

$\omega_{S2} > \omega > \omega_{S1}$	δN	Y
	0	0
	1 (or -5)	+1
	2 (or -4)	+2
	3 (or -3)	異常判定
	4 (or -2)	-2
	5 (or -1)	-1

【0 0 4 7】

【表 6】

$\omega > \omega_{S2}$; 前回の回転方向が「+」

δN	Y
0	0
1 (or -5)	+1
2 (or -4)	+2
3 (or -3)	+3
4 (or -2)	+4
5 (or -1)	+5

【0 0 4 8】

【表 7】

$\omega > \omega_{S2}$; 前回の回転方向が「-」

δN	Y
0	0
1 (or -5)	-5
2 (or -4)	-4
3 (or -3)	-3
4 (or -2)	-2
5 (or -1)	-1

【 0 0 4 9 】

ここでは、モータ角速度 ω の範囲に対し、第一角速度範囲($\omega_{s1} > \omega$)と、該第一角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第二角速度範囲($\omega_{s2} > \omega > \omega_{s1}$)と、第一角速度範囲に対し高角速度側に隣接する第三角速度範囲($\omega > \omega_{s2}$)とが設定されている。表4に示すように、第一角速度範囲に対しては、実効パターン変化数に対するパターン変化基準数(絶対値)が、予め定められた第一の値(1)に設定される。また、表5に示すように、第二角速度範囲においては、パターン変化基準数が、前記第一の値より大きくなるように予め定められた第二の値(2)に設定される。そして、表6及び表7に示すように、第三角速度範囲においては、実効パターン変化数(パターン変化数)Yの値によらずカウント禁止処理を行なわないようになっている。このように、モータ角速度 ω に応じて3段階にパターン変化基準数を変化させることにより、操舵軸角度位置の確定精度をさらに高めることができる。なお、第三角速度範囲においては、表6に示すように、先行する予め定められたサンプリング時(例えば1回前)における回転方向が正であれば、 $|\delta N|$ 及び $N - |\delta N|$ の値の大きいものを実効パターン変化数Yとして採用する。また、表7に示すように、先行する予め定められたサンプリング時(例えば1回前)のサンプリング時における回転方向が負のときは、 $|\delta N|$ 及び $N - |\delta N|$ の値の小さいものの負数化した値を実効パターン変化数Yとして採用する。これは、急ハンドル操作等によりモータが高速回転する状況では、モータは、常に低速回転状態から高速回転状態へ推移する形となるので、先行する低速回転時の回転方向が、その後の高速回転時の回転方向にも引き継がれることを利用したものである。

【0050】

さて、以上説明したように操舵軸角度位置カウンタの値が確定されれば、図13に戻り、S206にて、確定後の操舵軸角度位置カウンタから求められた操舵軸角度位置 θ と目標操舵軸角度位置 θ' との隔たり $\Delta\theta$ ($=\theta' - \theta$)を算出する。さらにS207においては、現在の電源電圧 V_s の測定値を読み取る。モータ6は、目標操舵軸角度位置 θ' と現在の操舵軸角度位置 θ との差 $\Delta\theta$ が縮小するように車輪操舵軸8を回転駆動する。そして、操舵軸角度位置 θ が目標操舵軸角度位置 θ' に迅速かつスムーズに近づくことができるように、 $\Delta\theta$ が大きいと

きはモータ6の回転速度を大きくし、逆に $\Delta\theta$ が小さいときはモータ6の回転速度を小さくする。基本的には $\Delta\theta$ をパラメータとした比例制御であるが、オーバーシュートやハンチング等を抑制し、制御の安定化を図るために、 $\Delta\theta$ の微分あるいは積分を考慮した周知のPID制御を行なうことが望ましい。

【0051】

モータ6は前述の通りPWM制御されており、回転速度は、そのデューティ比 η を変更することにより調整される。電源電圧 V_s が一定であれば、デューティ比により回転速度をほぼ一義的に調整できるが、本実施形態では前述の通り電源電圧 V_s は一定でない。従って、電源電圧 V_s も考慮してデューティ比 η を定めるようにする(S208)。例えば、図11に示すように、種々の電源電圧 V_s と $\Delta\theta$ との各組合せに対応したデューティ比 η を与える二次元のデューティ比変換テーブル131をROM112(122)に格納しておき、電源電圧 V_s の測定値と $\Delta\theta$ の算出値に対応するデューティ比 η の値を読み取って用いることができる。なお、モータ6の回転速度は負荷によっても変動する。この場合、電流センサ70によるモータ電流 I_s の測定値を元に、モータ負荷の状態を推定し、デューティ比 η を補正して用いることも可能である。

【0052】

ここまでの処理は、図4の主マイコン110(主CPU111)と副マイコン120(副CPU121)との双方にて並列的に実行される。例えば、主マイコン110の動作が正常であるかどうかは、主マイコン110のRAM113に記憶された各パラメータの演算結果を副マイコン120に随時転送し、副マイコン120側にて、RAM123の記憶内容と照合することにより、異常発生の有無を監視させることができる。他方、主マイコン110側では、決定されたデューティ比 η を元にPWM信号を生成する。そして、操舵軸角度検出部103をなすロータリエンコーダからの信号を参照してモータドライバ18に対し、通電に関する相のコイルをスイッチングするFET(図7)へ該PWM信号を出力することにより、モータ6をPWM制御する。

【0053】

図12に戻り、S3ではイグニッションスイッチがOFFされているかどうか

を確認し、もしOFFされている場合はS4の終了処理となる。すなわち、イグニッションスイッチがOFFになっている場合は、自動車の運転が終了したことを意味するから、主マイコン110において操舵軸角度位置カウンタに記憶されている、車輪操舵軸8の終了角度位置を読み出し、これをEEPROM115に格納し、さらに、RAM113に設けられたデータ書込み完了フラグをセットして処理を終了する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の車両用操舵制御システムの全体構成を模式的に示す図。

【図2】

駆動部ユニットの一実施例を示す縦断面図。

【図3】

図2のA-A断面図。

【図4】

本発明の車両用操舵制御システムの電氣的構成の一例を示すブロック図。

【図5】

本発明の実施形態に使用する3相ブラシレスモータの動作説明図。

【図6】

電流センサの回路例を示す図。

【図7】

3相ブラシレスモータのドライバ部分の一例を示す回路図。

【図8】

図5の3相ブラシレスモータに使用するロータリエンコーダの説明図。

【図9】

舵角変換比と車速との関係を与えるテーブルの模式図。

【図10】

車速に応じて舵角変換比を変化させるパターンの一例を示す模式図。

【図11】

モータ電源電圧と角度偏差 $\Delta\theta$ とによりデューティ比を決定するための二次元

テーブルの模式図。

【図 1 2】

本発明の車両用操舵制御システムにおけるコンピュータ処理の主ルーチンの一例を示すフローチャート。

【図 1 3】

図 1 2 の操舵制御処理の詳細の一例を示すフローチャート。

【図 1 4】

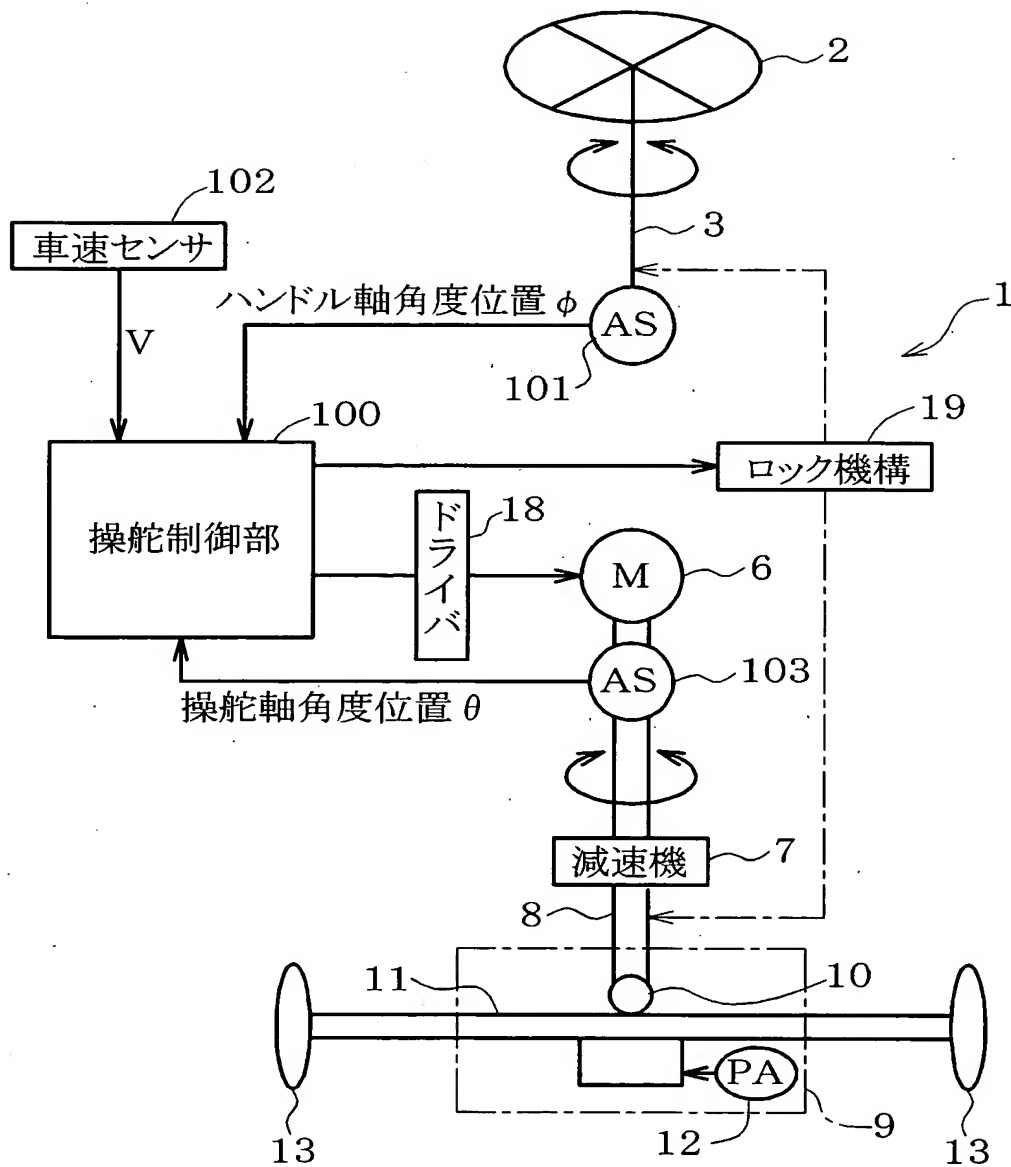
角度決定処理の流れを示すフローチャート。

【符号の説明】

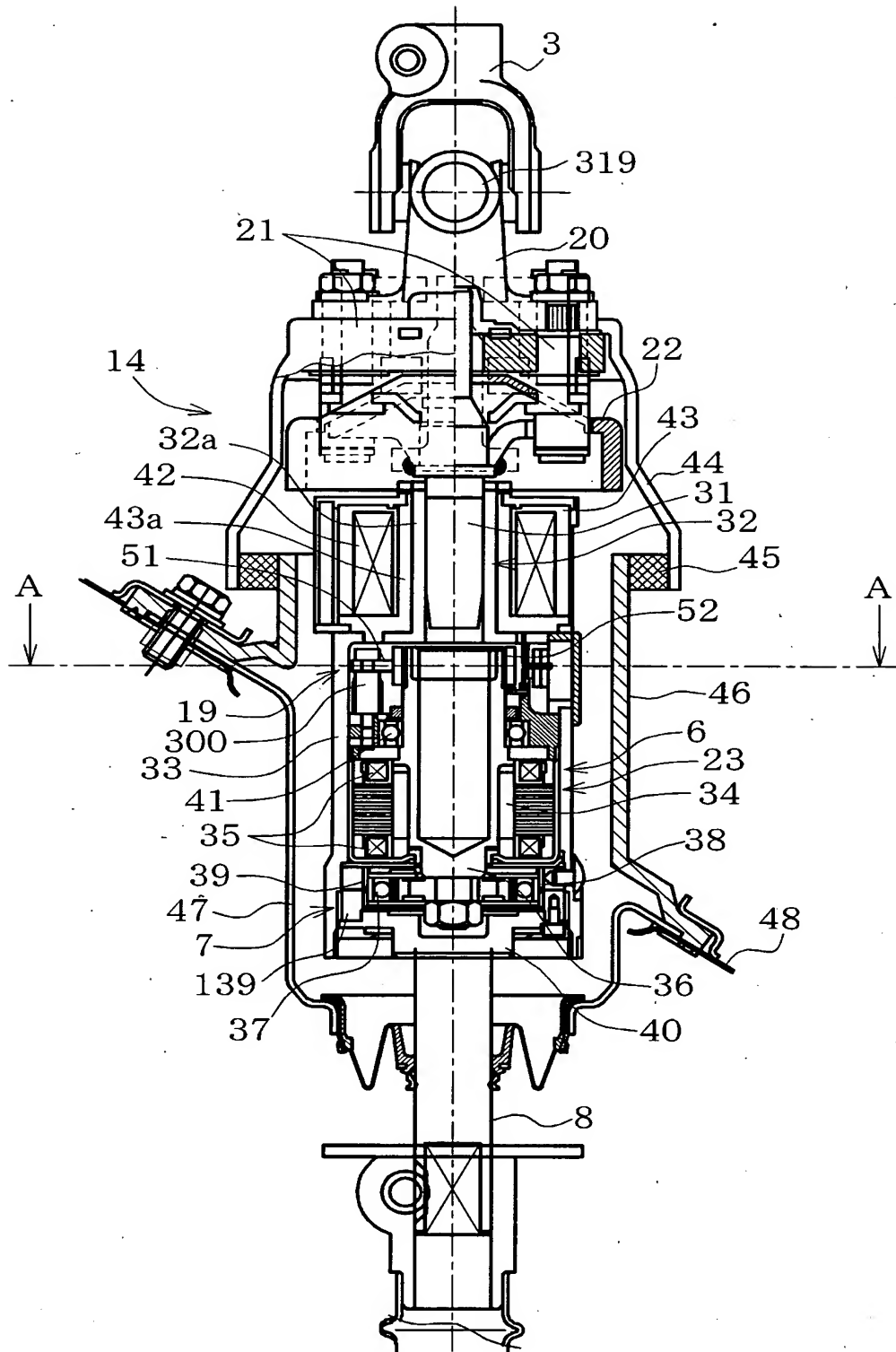
- 3 ハンドル軸
- 6 モータ（アクチュエータ）
- 8 車輪操舵軸
- 1 0 0 操舵制御部
- 1 0 1 ハンドル軸角度検出部
- 1 0 3 操舵軸角度検出部
- 1 1 1 主 C P U（カウンタ制御手段）
- 1 2 1 副 C P U（カウンタ制御手段）

【書類名】 図面

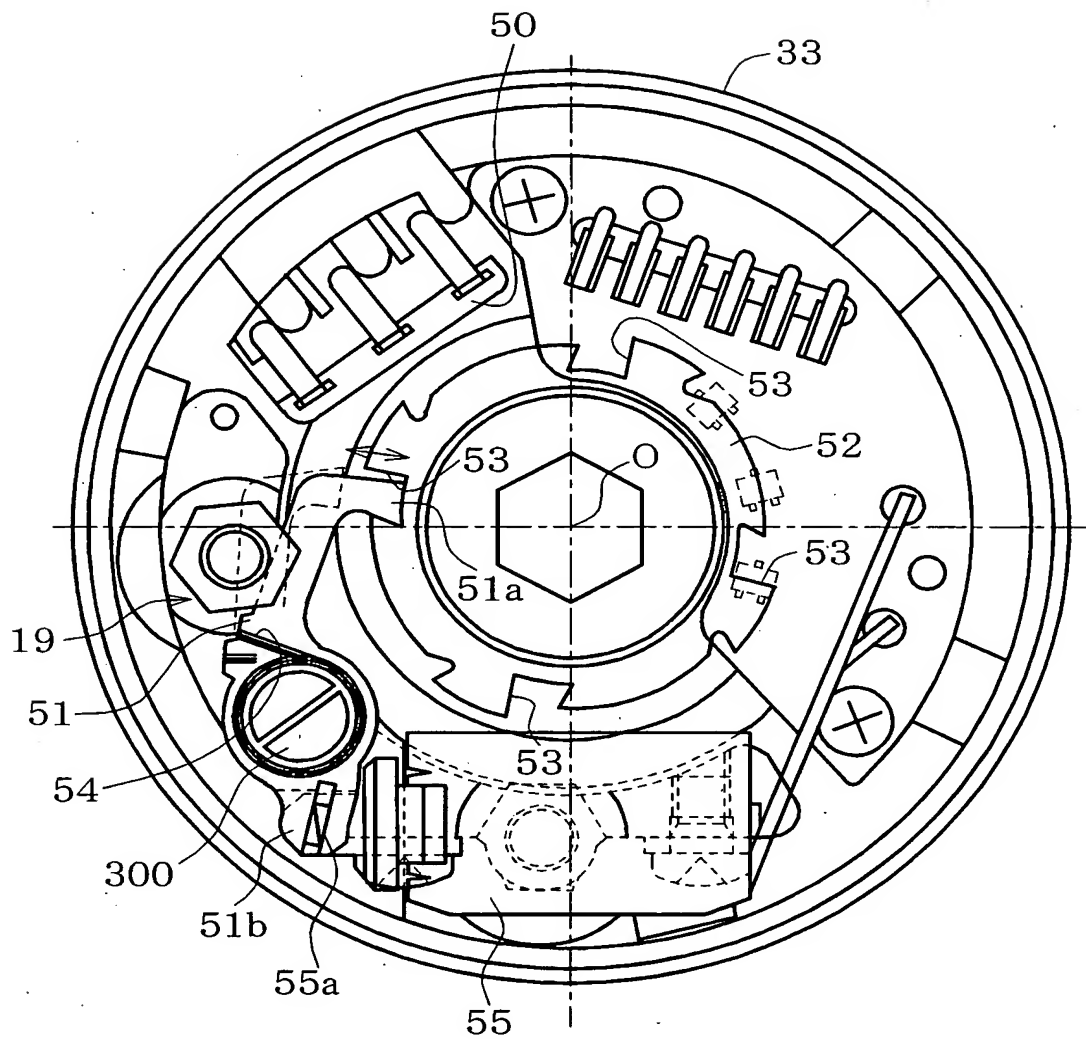
【図 1】



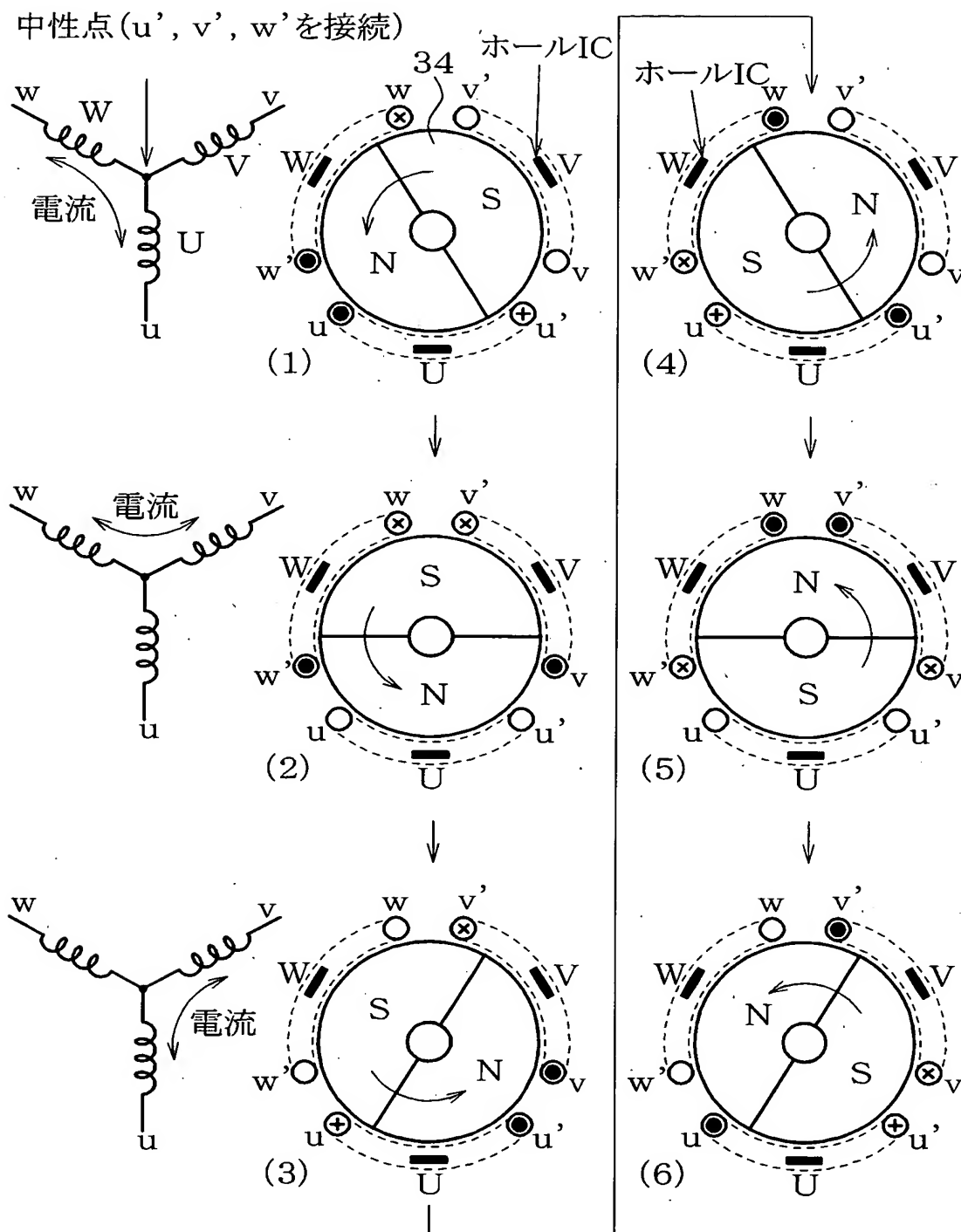
【図 2】



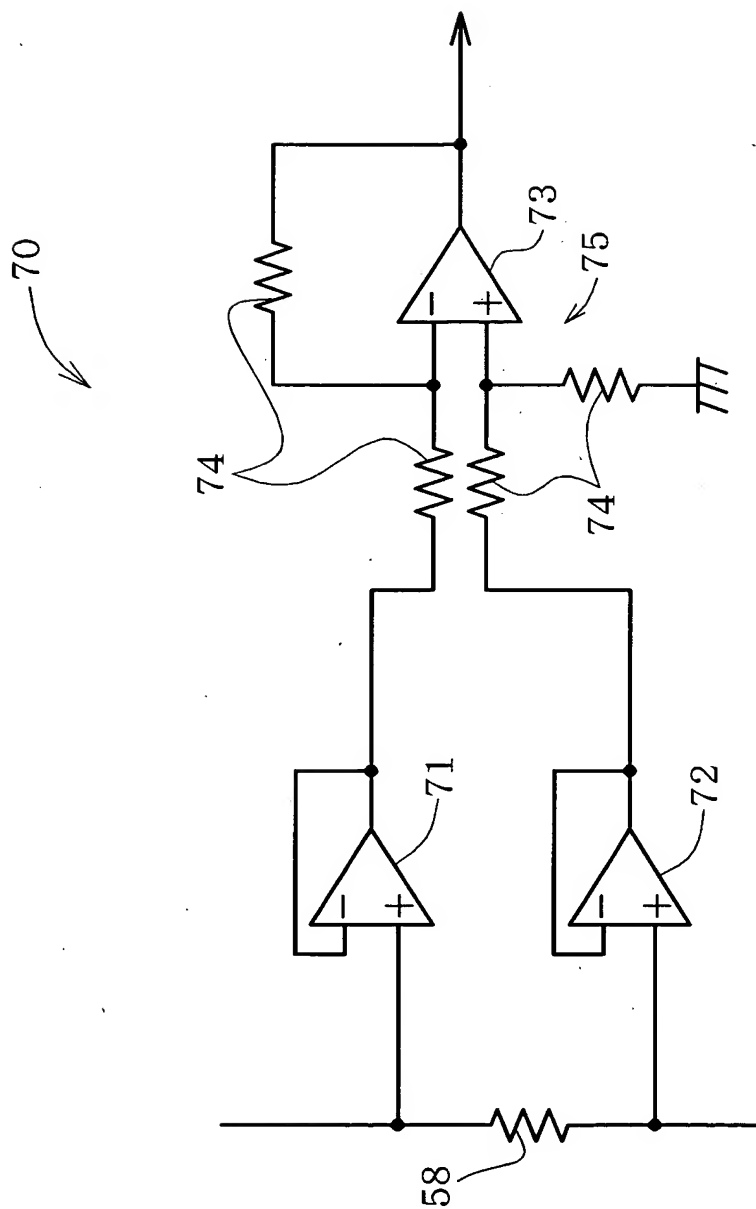
【図 3】



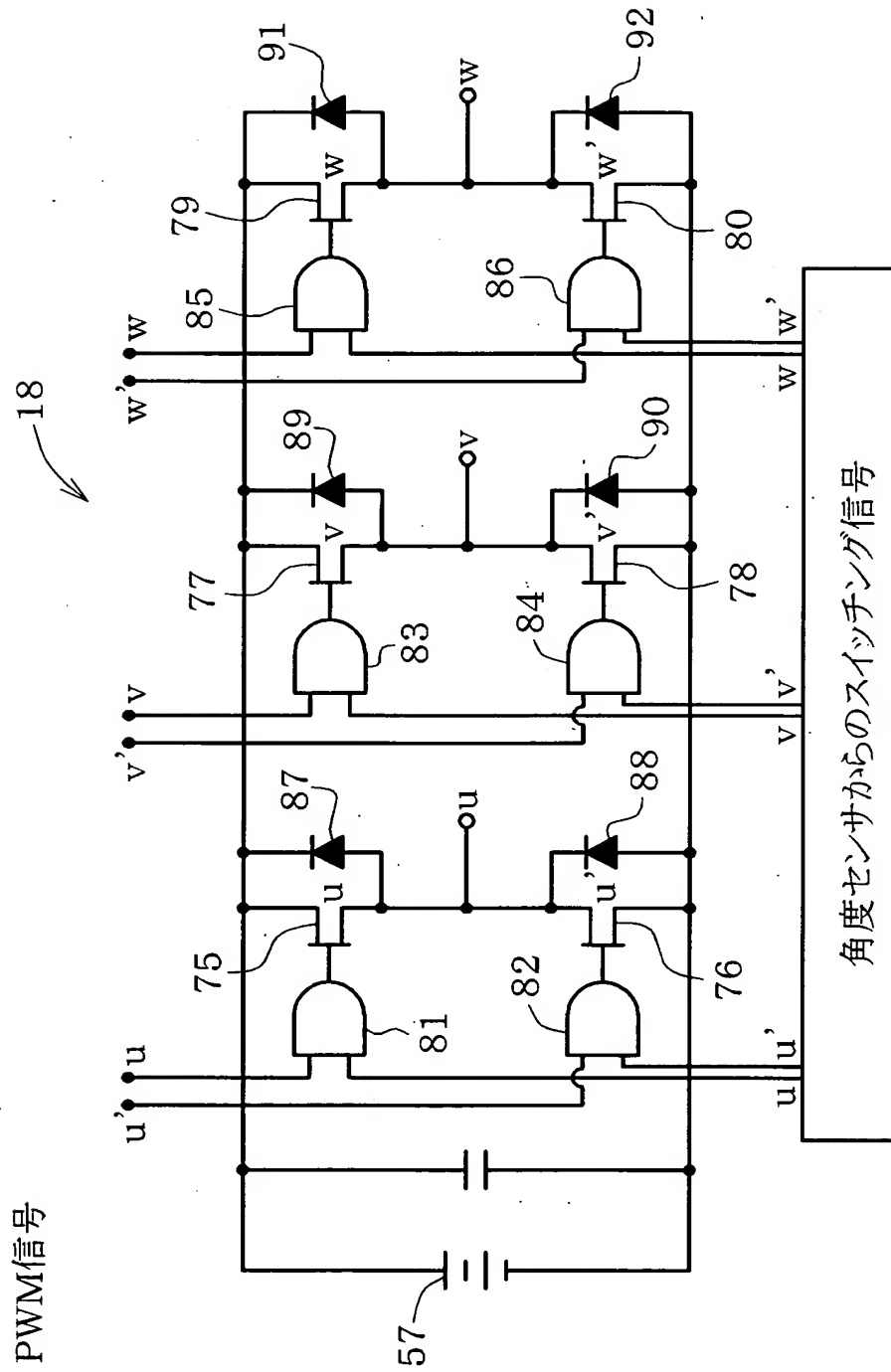
【図 5】



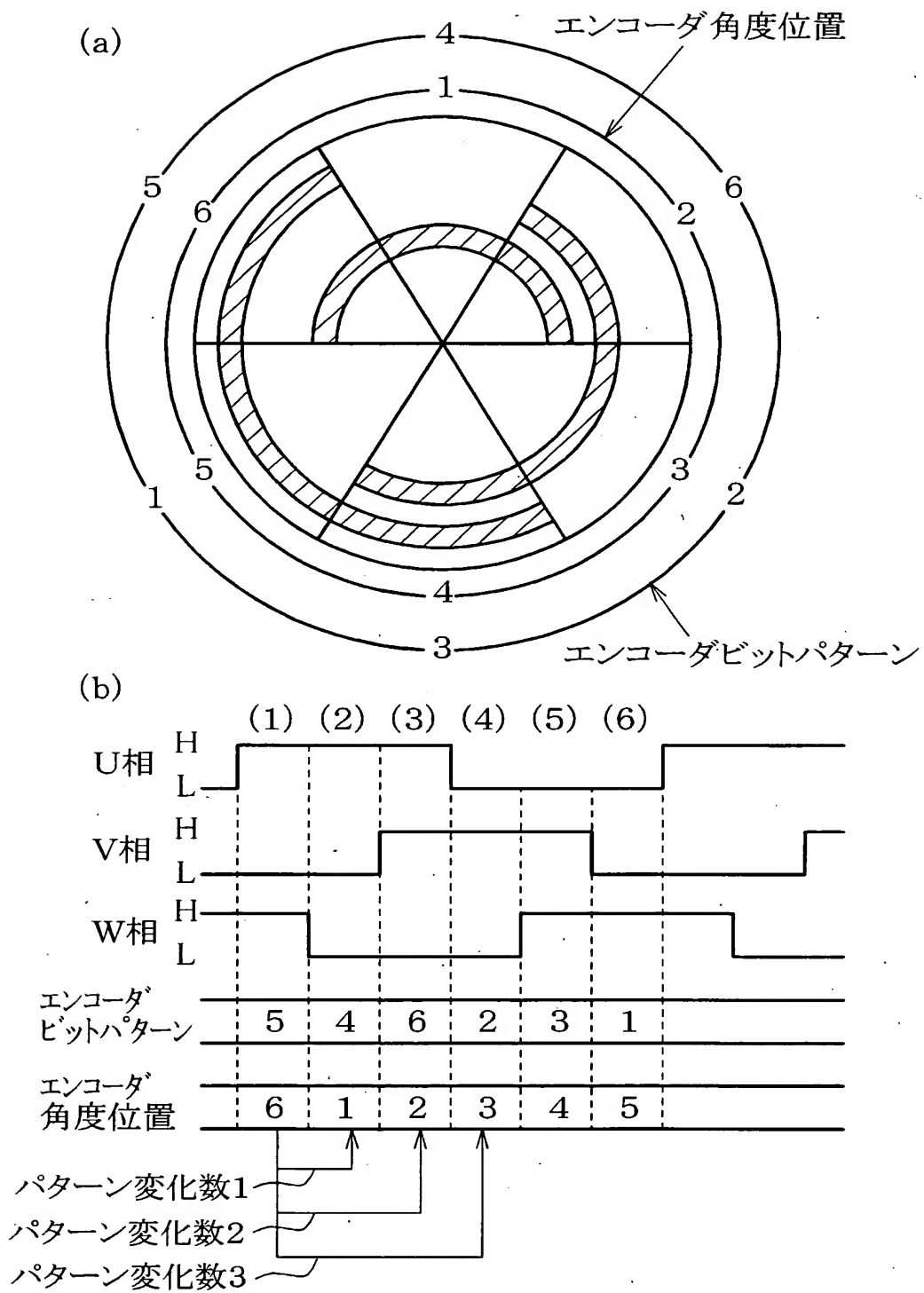
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

130

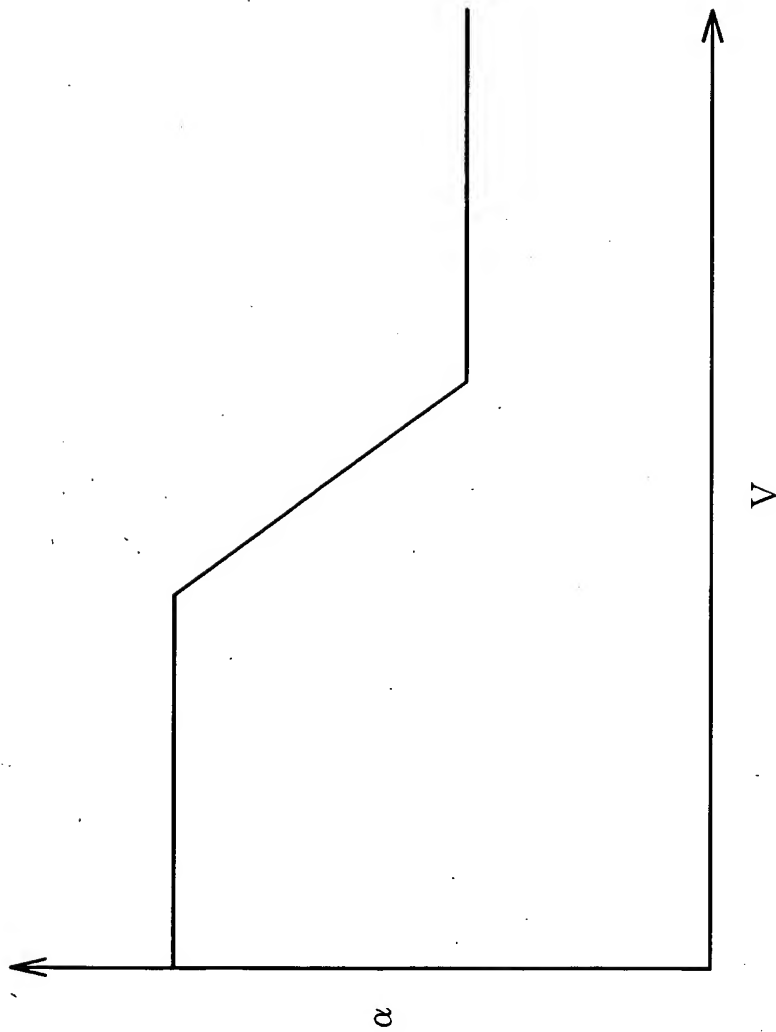
車速 (V)	V_1	V_2	V_3	V_n
舵角変換比 (α)	α_1	α_2	α_3	α_n

$$\alpha = \theta / \phi$$

ϕ : ハンドル軸角度位置

θ : 操舵軸角度位置

【図 10】



【図 11】

131

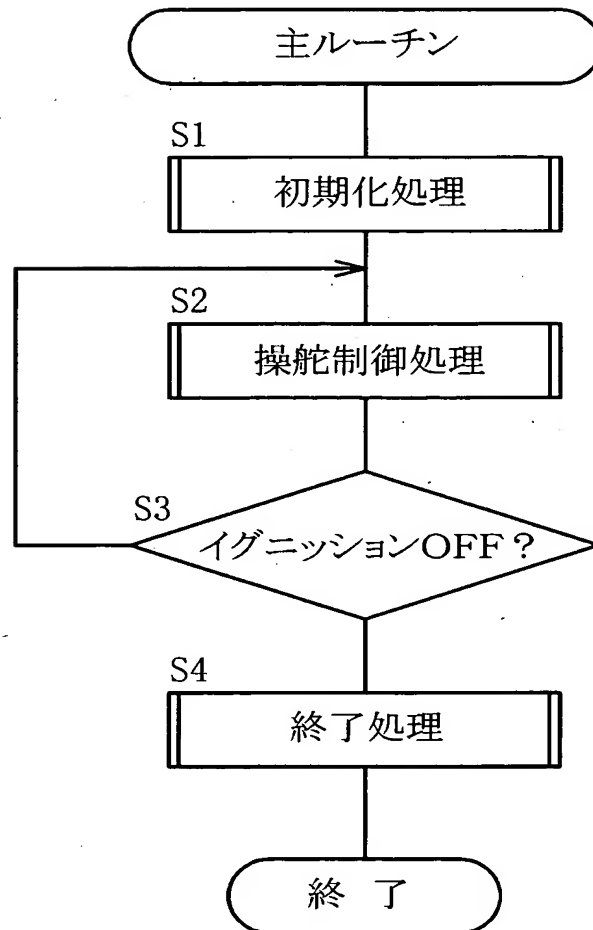
$\Delta \theta \backslash V_s$	V_{s1}	V_{s2}	V_{s3}	V_{s4}	\dots	V_{sn}
$\Delta \theta_1$	η_{11}	η_{12}	η_{13}	η_{14}	\dots	η_{1n}
$\Delta \theta_2$	η_{21}	η_{22}	η_{23}	η_{24}	\dots	η_{2n}
$\Delta \theta_3$	η_{31}	η_{32}	η_{33}	η_{34}	\dots	η_{3n}
$\Delta \theta_4$	η_{41}	η_{42}	η_{43}	η_{44}	\dots	η_{4n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$\Delta \theta_m$	η_{m1}	η_{m2}	η_{m3}	η_{m4}	\dots	η_{mn}

 η : デューティ比

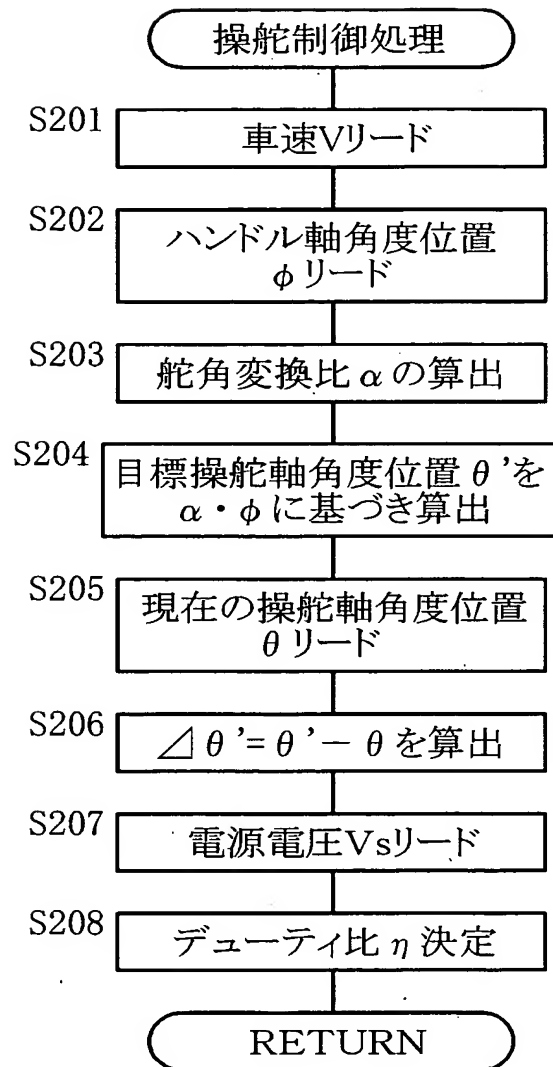
$$\Delta \theta = \theta' - \theta$$

 θ' : 目標操舵軸角度位置 θ : 現在操舵軸角度位置

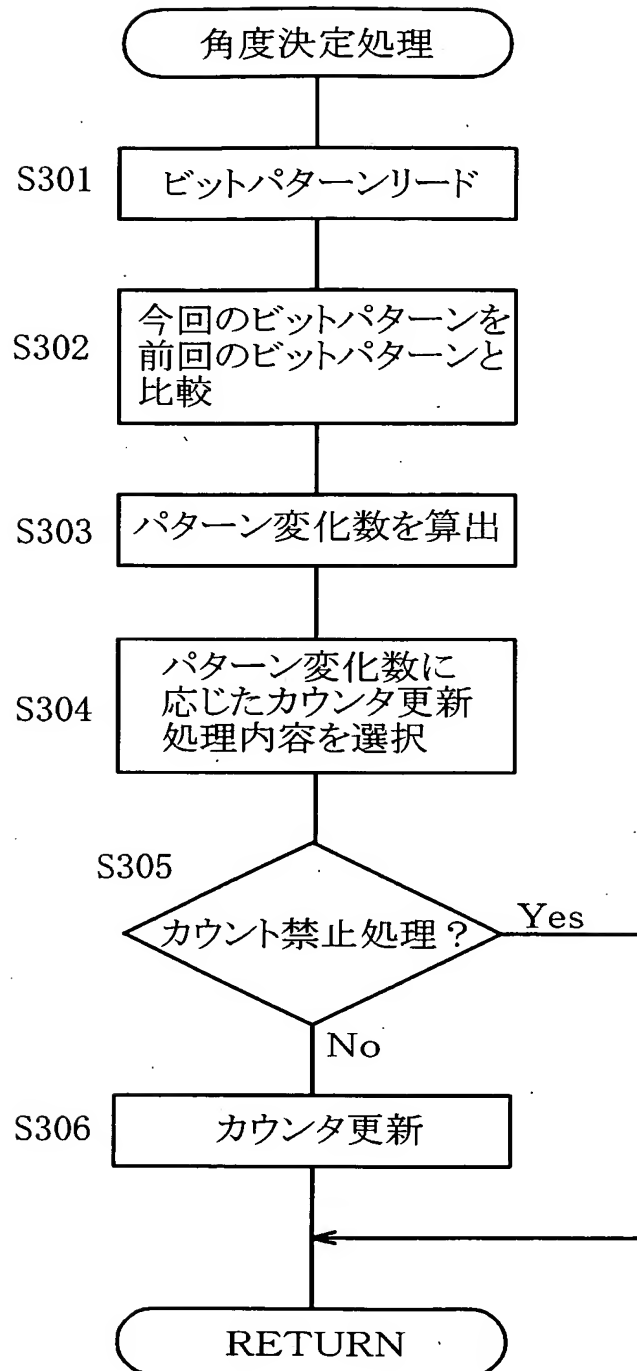
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車輪操舵軸の角度位置の検出精度を向上させることにより、舵角制御をより高精度かつ円滑に行うことができる車両用操舵制御システムを提供する。

【解決手段】 モータ 6 が駆動する車輪操舵軸の角度位置の検出を、角度識別パターンの種別に基づき回転体の回転角度位相を識別可能とした角度センサ 1 0 3 を用いて行う。また、その角度識別パターン出力に基づいて回転方向を識別し、かつ角度識別パターン出力を所定の周期にてサンプリングするとともに、第一のサンプリングと、その第一のサンプリングの次に行なわれる第二のサンプリングとにおいて、検出される角度識別パターンの上記配列順序における順位を識別する。そして、第一のサンプリングに係る順位から第二のサンプリングに係る順位までの、回転方向を考慮したパターン変化数を求める。そして、回転方向が正である場合には、カウント値をパターン変化数に対応した数だけ加算し、変化方向が負である場合にはカウント値を変化数に対応した数だけ減算するカウンタを設け、そのカウント値により車輪操舵軸の角度位置を示す。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 2 1 7 7 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 4 7 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

氏 名

豊田工機株式会社